

ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЛАШЕЧНОГО ПРЕВЕНТОРА

Пуцаев С.Н.

научный руководитель – профессор Макушкин Д.О.

Сибирский Федеральный Университет

Сотрудниками кафедры МОНГП Института нефти и газа СФУ разработана конструкция многофункционального плашечного превентора (далее МФПП), на которую в 2011г зарегистрирован патент № 2411345. Новизна изобретения заключается в возможности совмещения функций трех плашечных превенторов в одном. В результате реализации предложенного технического решения ожидается выигрыш по высоте превенторного блока от 7,8% до 41,9%, по массе от 16,4 % до 35% в зависимости от применяемых схем компоновки противовыбросового оборудования [1].

В процессе проектирования МФПП выполнены исследования по оптимизации его конструкции с использованием метода МКЭ по следующему алгоритму:

- определение исходных данных в соответствии с требованиями унификации и особенностями эксплуатации и действующих стандартов
- построение 3D-моделей составных частей проектируемого оборудования с обеспечением технологических элементов облегчающей процесс сборки
- сборка по узлам и компонентам
- построение и оптимизация сетки конечных элементов
- размещение условий, внешних нагрузок и зафиксированной геометрии
- запуск решающей программы
- анализ полученных результатов
- обозначение целей и объектов для модернизации

Применительно к проектированию плашечного узла МФПП были построены в SolidWorks трехмерные модели составных частей (плашки трубные для превентора 280x70, уплотнения, имитатор бурильной колонны ПН 280x13, верхние и нижние ножи) и определены в сборку (рис. 1а). На основе условий эксплуатации и нормативных документов имеем следующие исходные данные:

- плашки установлены в корпусе;
- плашки должны выдерживать номинальное давление в 70 МПа;
- плашки должны выдерживать пробное давление в 1.5 раза превышающее номинальное;
- трубные плашки должны выдерживать нагрузку от веса бурильной колонны длины (для данного типоразмера 2500 кН).

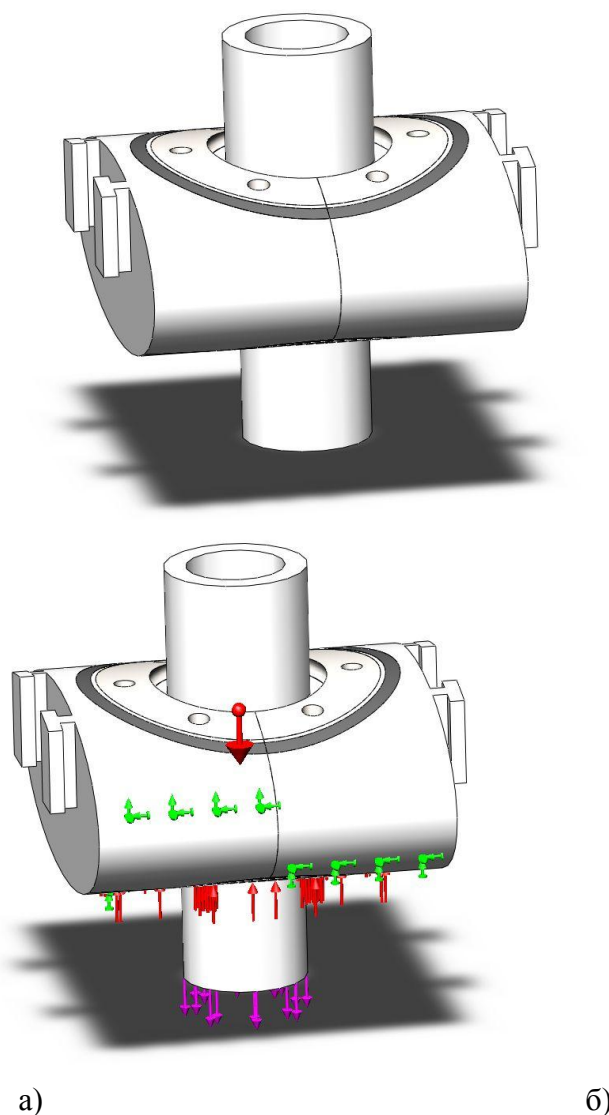


Рисунок 1 – Плащечный узел

а) Расчетная 3D-модель; б) Расстановка граничных условий и усилий

Наиболее ответственным и требующим особого внимания является этап создания сетки конечных элементов. Поскольку повышение дискретизации объекта исследования (уменьшение средней величины конечного элемента) увеличивает время последующего расчета, понижение дискретизации (укрупнение средней величины конечного элемента) может привести к интерференции отдельных узлов и элементов, что вызовет сложности в запуске решающей программы. Именно для предотвращения возникновения ошибок, связанных с возникновением интерференции следует воспользоваться повышением дискретизации для мелких объектов и объектов, находящихся в соприкосновении без зазора.

В нашем же случае в дополнительной настройке сетки нуждаются соприкасающиеся грани "уплотнение-уплотнение", "уплотнение-имитатор трубы" и "уплотнение-плашка". Сетка конечных элементов (рис. 2) имеет следующие характеристики: степени свободы – 75672, количество узлов – 26442, количество элементов – 17236.

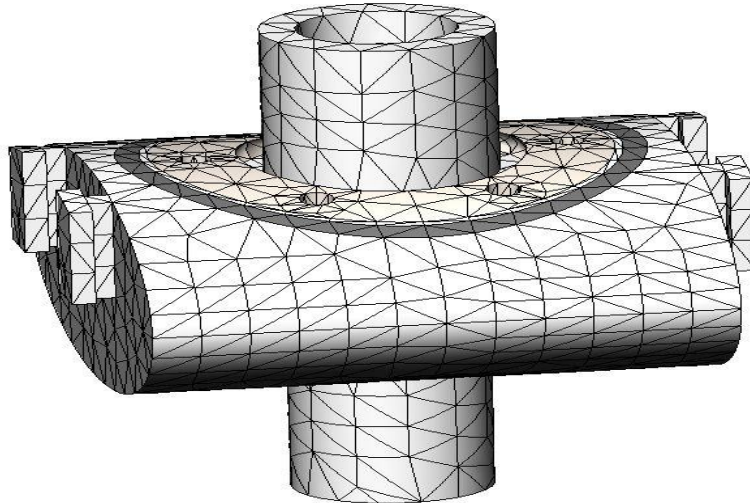
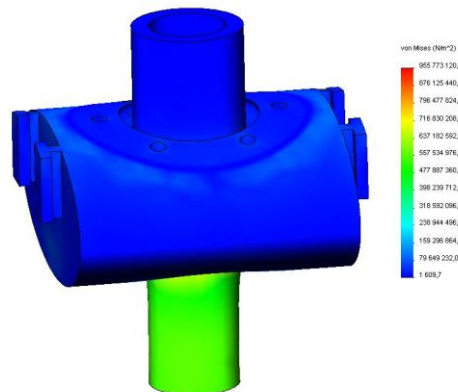


Рисунок 2 – Сетка конечных элементов для плашечного узла

По окончании работы решающей программы мы получаем искомые эпюры напряжений и перемещений для совместно действующих нагрузок имитирующих силы тяжести, нагрузку от подвешенной на плашках колонны и рабочее давление.

а)



б)

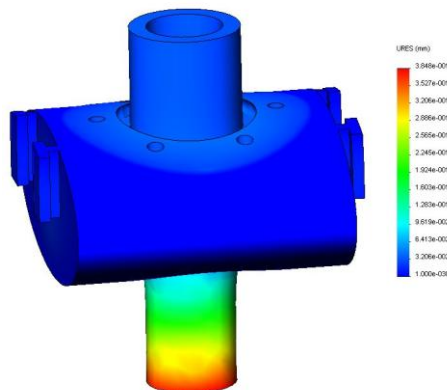


Рисунок 3 – Результаты расчета
а) эпюра напряжений; б) эпюра перемещений

По результатам исследований видно, что максимальные напряжения в такой конструкции возникнут от растягивающей нагрузки в колонне бурильных труб (955,8 МПа), максимальные перемещения также возникнут в колонне бурильных труб. Что касается самого плашечного узла, то максимальные напряжения не превышают 320 МПа, а максимальные перемещения не превышают 0.08 мм. В результате показано, что в конструкции имеется значительный запас прочности (3.375), а небольшие перемещения свидетельствуют о достаточной жесткости плашечного узла.

Таким образом, оптимизация исследуемой конструкции МФПП может иметь несколько путей развития:

- снижение металлоемкости конструкции;
- выбор другого, имеющего меньший предел прочности, материала.